

❖ 骨骼肌肉影像学

Ultrasonic observation on impact of plateau sunlight radiation on skin thickness and hardness of normal subjects

TANG Yuanjiao¹, TANG Yizhi², TANG Xue³, YANG Yujia¹,
WANG Liyun¹, XIANG Xi¹, QIU Li^{1*}

(1. Department of Ultrasound, 3. Department of Thoracic Surgery, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 2. Department of Ultrasound, AVIC 363 Hospital, Chengdu 610041, China)

[Abstract] **Objective** To observe the impact of plateau sunlight radiation on skin thickness and hardness with high frequency ultrasound and shear wave elastography (SWE). **Methods** Totally 30 volunteers from plateau areas (plateau area group) and 48 volunteers from non-plateau areas (non-plateau area group) were enrolled. Skin thickness and skin hardness of right middle finger, right forearm, anterior chest wall and abdominal wall were measured with high frequency ultrasound and SWE and then compared between two groups. Diagnostic test of the above parameters which showed significant differences were performed, and ROC curve were drawn. **Results** Skin thickness, maximum elastic value ($E_{\max}$), average elastic value (E_{mean}), minimum elastic value ($E_{\min}$) and standard deviation (Esd) of right middle fingers, skin $E_{\max}$, E_{mean} , $E_{\min}$ of right forearms and anterior chest walls, skin $E_{\max}$, E_{mean} , $E_{\min}$, Esd of abdominal walls of plateau area group were all higher than those of non-plateau area group (all $P < 0.05$), while skin thickness of anterior chest wall and abdominal wall of plateau area group were lower than those of non-plateau area group (both $P < 0.05$). Skin $E_{\max}$, E_{mean} , $E_{\min}$ of abdominal wall had the largest AUC in diagnosis of plateau skin, which were all > 0.95 . Taken skin $E_{\max} = 13.30$ kPa, $E_{\text{mean}} = 12.45$ kPa, $E_{\min} = 11.50$ kPa of abdominal wall as cut off values, the sensitivities in diagnosis of plateau skin were all 100%, and specificities were 85.40%, 87.50% and 85.40%, respectively. **Conclusion** Plateau sunlight radiation lead to changes of skin thickness and make the skin harden. Skin $E_{\max}$, E_{mean} , $E_{\min}$ of abdominal wall have the highest diagnostic efficiencies.

[Keywords] plateau sunlight radiation; skinfold thickness; hardness; ultrasonography

DOI:10.13929/j.1003-3289.201901119

超声观察高原日光照射对正常人皮肤厚度及硬度的影响

唐远姣¹, 唐一植², 唐雪³, 杨裕佳¹, 王丽芸¹, 向茜¹, 邱迺^{1*}

(1. 四川大学华西医院超声科, 3. 胸外科, 四川 成都 610041; 2. 航空工业三六三医院超声科, 四川 成都 610041)

[摘要] **目的** 探讨高频超声及剪切波弹性成像(SWE)评估高原日光照射对皮肤厚度及硬度的影响。**方法** 招募 30 名高原地区(高原组)、48 名非高原地区(非高原组)志愿者,以高频超声及 SWE 测量右侧中指、右侧前臂、前胸壁及腹壁 4

[基金项目] 国家自然科学基金(81671696)、四川省科技厅重大科技专项(19ZDYF2063)。

[第一作者] 唐远姣(1987—),女,重庆人,硕士,主治医师。研究方向:肌肉骨骼系统超声。E-mail: 690536180@qq.com

[通信作者] 邱迺,四川大学华西医院超声科,610041。E-mail: wsqiuli@126.com

[收稿日期] 2019-01-19 **[修回日期]** 2019-07-11

个部位皮肤厚度及皮肤硬度。比较 2 组间 4 个部位皮肤厚度及硬度差异;选取皮肤厚度及弹性值差异有统计学意义的参数,行诊断性试验,并绘制 ROC 曲线。**结果** 高原组右侧中指皮肤厚度、最大弹性值($E_{\max}$)、平均弹性值(E_{mean})、最小弹性值($E_{\min}$)及弹性值标准差(E_{sd}),右侧前臂及前胸壁皮肤 $E_{\max}$ 、 E_{mean} 、 $E_{\min}$ 、腹壁皮肤 $E_{\max}$ 、 E_{mean} 、 $E_{\min}$ 、 E_{sd} 均大于非高原组(P 均 <0.05);前胸壁及腹壁皮肤厚度小于非高原组(P 均 <0.05)。根据腹壁皮肤 $E_{\max}$ 、 E_{mean} 及 $E_{\min}$ 诊断高原地区皮肤的 ROC 曲线 AUC 均 >0.95 。以腹壁皮肤 $E_{\max}=13.30$ kPa、 $E_{\text{mean}}=12.45$ kPa、 $E_{\min}=11.50$ kPa 为界值,诊断高原地区皮肤的敏感度均为 100%,特异度分别为 85.40%、87.50%及 85.40%。**结论** 高原日光照射会导致皮肤厚度改变和皮肤硬度增加;腹壁皮肤弹性值 $E_{\max}$ 、 E_{mean} 及 $E_{\min}$ 的诊断效能最高。

【关键词】 高原日光照射;皮肤厚度;硬度;超声检查

【中图分类号】 R758.1; R445.1 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1003-3289(2019)09-1384-05

研究^[1]显示,高原日光照射会对人体皮肤产生不利影响,不仅可引起皮肤慢性损伤,还可产生日光性组织形态变性,影响皮肤正常功能。皮肤组织形态改变可致皮肤厚度及相应物理性质如硬度发生变化。高频超声不仅能够区分皮肤的不同层次,清晰显示皮肤表皮层、真皮层及皮下脂肪层,还能定量评估皮肤厚度改变^[2]。剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)是评估组织硬度的新技术,目前已用于研究肝脏、肾脏、乳腺、肌肉骨骼等正常和病变组织硬度^[3-6]。本研究应用高频超声及 SWE 评估高原日光照射对皮肤厚度及硬度的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2018 年 1—6 月于四川大学华西医院招募 78 名健康志愿者,其中高原地区志愿者 30 名(高原组),男 15 名,女 15 名,年龄 20~69 岁,平均(42.9 ± 10.9)岁,体质指数(23.95 ± 3.33) kg/m^2 ;非高原地区志愿者 48 名(非高原组),男 24 名,女 24 名,年龄 20~72 岁,平均(46.8 ± 16.5)岁,体质指数(23.52 ± 3.27) kg/m^2 。纳入标准:高原组来自高原地区常住人群,海拔 $\geq 1\,500$ m,均为室外工作人员,平均日照时间 ≥ 6 h,检查依从性好;非高原组来自非高原地区常住人群,海拔 $<1\,500$ m,均为室外工作人员,平均日照时间 <6 h,检查依从性好。排除标准:①妊娠;②被测部位皮肤瘢痕;③皮肤病、风湿免疫系统病、内分泌代谢病、放化疗病史;④检查依从性差。两组间性别、年龄及体质指数差异无统计学意义(P 均 >0.05)。本研究经本院伦理委员会审核同意,所有志愿者均知情同意。

1.2 仪器与方法 采用声科 SuperSonic Imagine Aixplorer 彩色超声诊断仪,线阵探头,频率 4~15 MHz,选择“superficial

MSK”条件,深度调节至 ≤ 2 cm,Focus 调节至皮肤层水平。

参照 Moore 等^[7]方法,选 4 个部位测量皮肤厚度及弹性,包括右侧中指(中节指骨背侧)、右侧前臂(前臂背侧,距离尺骨茎突近端约 10 cm)、前胸壁(胸骨角和胸骨切迹之间)和腹壁(剑突远端约 10 cm)。检查右侧中指、右侧前臂时,嘱受检者将手和前臂平放于检查床,手掌向下,完全放松各关节呈自然弯曲状态;检查前胸壁、腹壁时,嘱受检者仰卧于检查床,双手置于两侧,放松肩部。于探头表面涂适量耦合剂,探头垂直于皮肤,不施加任何压力,使皮肤层与探头之间由耦合剂填充,注意耦合剂内避免气泡产生。测量时嘱受检者屏气,先测量皮肤层厚度,包括表皮层和真皮层(图 1A),每个部位测量 3 次,取平均值;然后将弹性模量 scale 调至 0~100 kPa,移动 ROI 位置使皮肤层位于 ROI 中间,当图像稳定 5 s 左右时,冻结图像。调节取样框直径大小,保证取样框包含表皮与真皮的完整结构,系统自动生成皮肤层的硬度值,包括最大弹性值($E_{\max}$)、平均弹性值(E_{mean})、最小弹性值($E_{\min}$)及弹性值标准差(E_{sd}),见图 1B。每个部位测量 3 次,取平均值。

正常皮肤超声表现:浅层高回声为表皮层与耦合剂交界,中间带状中等回声为真皮层,深层线状高回声为真皮层与皮下组织的交界^[8-9]。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 22.0 统计分析软件。

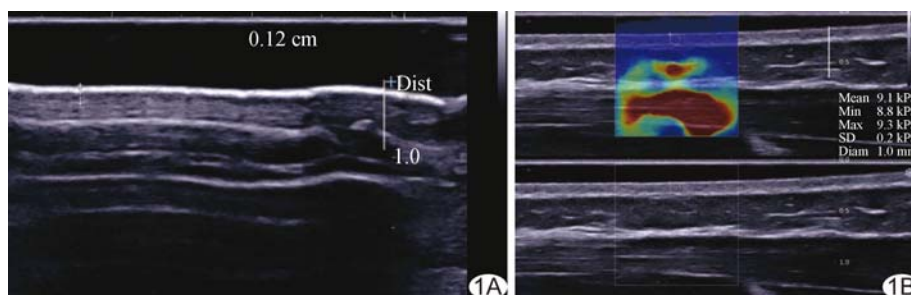


图 1 超声测量皮肤厚度及弹性值 A. 测量右侧中指皮肤厚度; B. 测量右侧前臂皮肤 SWE 弹性值

计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 2 组间计量资料比较采用独立样本 t 检验; 选取高原组与非高原组皮肤厚度及硬度差异有统计学意义的参数行诊断性试验, 并绘制 ROC 曲线。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组皮肤厚度及弹性值比较 高原组右侧中指皮肤厚度、 $E_{\max}$ 、 E_{mean} 、 $E_{\min}$ 及 E_{sd} , 右侧前臂皮肤 $E_{\max}$ 、 E_{mean} 及 $E_{\min}$, 前胸壁皮肤 $E_{\max}$ 、 E_{mean} 及 $E_{\min}$, 腹壁皮肤 $E_{\max}$ 、 E_{mean} 、 $E_{\min}$ 及 E_{sd} 均大于非高原组 (P 均 < 0.05); 前胸壁、腹壁皮肤厚度均小于非高原组 (P 均 < 0.05); 2 组间右侧前臂皮肤厚度、 E_{sd} 和前胸壁 E_{sd} 差异无统计学意义 (P 均 > 0.05), 见表 1。

2.2 诊断性试验及 ROC 曲线 腹壁皮肤 $E_{\max}$ 、 E_{mean} 及 $E_{\min}$ 诊断高原地区皮肤的 ROC 曲线 AUC 均 > 0.95 。以腹壁皮肤 $E_{\max} = 13.30$ kPa、 $E_{\text{mean}} = 12.45$ kPa、 $E_{\min} = 11.50$ kPa 为界值, 诊断高原地区皮肤的敏感度均为 100%, 特异度分别为 85.40%、87.50% 及 85.40%。右侧中指皮肤厚度、 $E_{\max}$ 、 E_{mean} 、 $E_{\min}$ 、 E_{sd} , 右侧前臂及前胸壁皮肤 $E_{\max}$ 、 E_{mean} 、 $E_{\min}$, 腹壁 E_{sd} 诊断高原地区皮肤 ROC 曲线 AUC 为 0.70~0.87, 前胸壁及腹壁皮肤厚度诊断高原地区皮肤的

AUC 最小, 分别为 0.19 及 0.25, 见表 2、图 2。

3 讨论

到达地面的日光光谱主要由紫外线、可见光和红外线组成。高原地区紫外线强烈, 可刺激皮肤, 导致炎症因子释放, 诱发皮肤的炎症反应, 如皮肤红斑、肿胀、高原性皮炎等^[10]; 还可造成胶原蛋白和弹性蛋白降解, 引起皮肤的光老化, 表现为皮肤粗糙、增厚、干燥, 皱纹形成、色素沉着、毛细血管扩张, 甚至形成肿瘤等^[11]。可见光的穿透能力强, 长时间高原日光照射也会引起皮肤炎症反应和光老化^[12]。红外线会导致线粒体功能障碍, 促进胶原蛋白降解和产生减少^[13]。长期的阳光照射可引起皮肤表皮层增厚, 真皮内胶原纤维减少, 弹力纤维增多^[14]。

应用高频超声对皮肤厚度和弹性进行测量, 具有准确率高、分辨率高、可重复性好、无创、无辐射等优点^[2,15], 可弥补临床医师肉眼观察皮肤厚度的主观性强、准确率欠佳等缺点, 已有学者^[2,16-18]将其用于正常人皮肤及病变皮肤如硬皮病、鲜红斑痣、弥漫性硬化症等的研究。目前高频超声在皮肤病的诊断与疗效评价方面发挥越来越重要的作用。本研究应用高频超声测量皮肤厚度, 发现高原组与非高原组不同部位皮肤厚度

表 1 高原组与非高原组皮肤厚度及 SWE 弹性值比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	右侧中指				
	皮肤厚度 (mm)	$E_{\max}$ (kPa)	E_{mean} (kPa)	$E_{\min}$ (kPa)	E_{sd} (kPa)
高原组 ($n=30$)	1.27 ± 0.24	48.74 ± 14.28	45.23 ± 13.44	42.37 ± 12.74	1.76 ± 1.13
非高原组 ($n=48$)	1.10 ± 0.15	34.68 ± 10.55	32.87 ± 9.76	31.13 ± 9.15	1.08 ± 0.82
t 值	3.61	4.99	4.70	4.52	3.11
P 值	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
组别	右侧前臂				
	皮肤厚度 (mm)	$E_{\max}$ (kPa)	E_{mean} (kPa)	$E_{\min}$ (kPa)	E_{sd} (kPa)
高原组 ($n=30$)	1.43 ± 0.27	23.70 ± 5.68	22.29 ± 4.91	21.22 ± 4.63	0.65 ± 0.45
非高原组 ($n=48$)	1.48 ± 0.22	15.37 ± 6.46	14.55 ± 6.11	13.79 ± 5.74	0.46 ± 0.49
t 值	-0.94	5.79	5.86	5.98	1.73
P 值	0.35	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.09
组别	前胸壁				
	皮肤厚度 (mm)	$E_{\max}$ (kPa)	E_{mean} (kPa)	$E_{\min}$ (kPa)	E_{sd} (kPa)
高原组 ($n=30$)	1.68 ± 0.32	32.71 ± 11.92	31.27 ± 11.34	30.20 ± 11.23	0.80 ± 0.10
非高原组 ($n=48$)	2.04 ± 0.31	19.27 ± 6.32	18.14 ± 6.06	17.01 ± 5.78	0.65 ± 0.08
t 值	-4.92	5.70	5.84	5.96	1.14
P 值	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.26
组别	腹壁				
	皮肤厚度 (mm)	$E_{\max}$ (kPa)	E_{mean} (kPa)	$E_{\min}$ (kPa)	E_{sd} (kPa)
高原组 ($n=30$)	1.96 ± 0.36	22.19 ± 12.15	20.93 ± 12.05	19.78 ± 11.70	0.64 ± 0.36
非高原组 ($n=48$)	2.23 ± 0.28	9.72 ± 3.59	9.00 ± 3.10	8.40 ± 2.80	0.34 ± 0.29
t 值	-3.65	5.47	5.32	5.23	4.07
P 值	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01

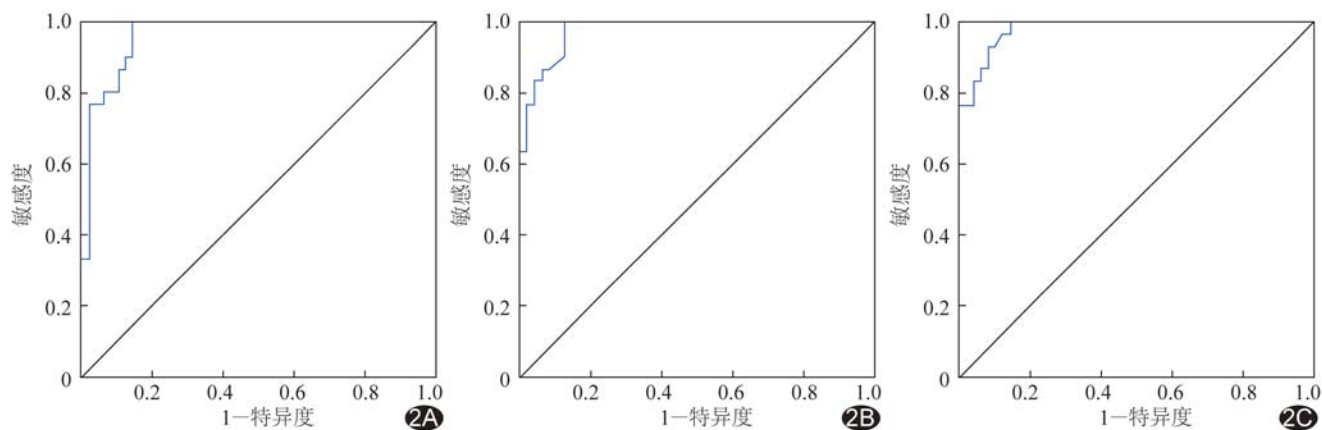


图 2 腹壁 $E_{\max}$ (A)、 E_{mean} (B) 及 $E_{\min}$ (C) 诊断高原地区皮肤的 ROC 曲线

表 2 不同部位各参数诊断高原地区皮肤的效能

部位	AUC	P 值	界值	敏感度 (%)	特异度 (%)
右侧中指					
皮肤厚度	0.73	0.001	1.19 mm	73.30	70.80
$E_{\max}$	0.79	<0.001	42.27 kPa	66.70	77.10
E_{mean}	0.78	<0.001	37.55 kPa	76.70	64.60
$E_{\min}$	0.77	<0.001	35.12 kPa	76.70	62.50
Esd	0.70	0.003	0.95 kPa	83.30	54.20
右侧前臂					
$E_{\max}$	0.84	<0.001	20.18 kPa	80.00	79.20
E_{mean}	0.84	<0.001	18.75 kPa	83.30	77.10
$E_{\min}$	0.85	<0.001	15.75 kPa	96.70	92.90
前胸壁					
皮肤厚度	0.19	<0.001	2.08 mm	10.00	47.90
$E_{\max}$	0.85	<0.001	24.72 kPa	70.00	83.30
E_{mean}	0.86	<0.001	24.15 kPa	70.00	85.40
$E_{\min}$	0.87	<0.001	21.27 kPa	86.70	70.80
腹壁					
皮肤厚度	0.25	<0.001	2.26 mm	20.00	56.20
$E_{\max}$	0.96	<0.001	13.30 kPa	100	85.40
E_{mean}	0.98	<0.001	12.45 kPa	100	87.50
$E_{\min}$	0.98	<0.001	11.50 kPa	100	85.40
Esd	0.78	<0.001	0.35 kPa	76.70	66.70

有差异,高原组右侧中指皮肤厚度较非高原组增大,前胸壁及腹壁皮肤厚度较非高原组减小,可能与不同部位皮肤接受高原日光照射的时间和强度、不同人群生活和工作的地理位置和环境等有关。

在测量皮肤硬度方面,临床通常采用医师触摸查体及各种评分系统进行判断,存在操作者依赖性强、主观性强、评估准确率欠佳、皮肤受累较轻部位不敏感等缺点。有学者^[19]应用邵氏硬度计测量皮肤硬度,测试和校准相对复杂,且邵氏硬度是一个综合值,包含多个相互影响的参数,不能单一进行修约、补偿等。SWE 是基于瞬时剪切波自动生成和分析的一种新的弹性成像技术。组织越

硬,剪切波传播速度越快,弹性值越大;反之,组织越软,弹性值越小。已有学者^[18,20-21]将超声弹性成像技术用于测量正常人皮肤硬度及病变皮肤硬度改变。本研究中,高原组 4 个部位皮肤硬度均大于非高原组,提示高原日光照射会导致皮肤硬度增加,原因可能与高原地区长期日光照射引起皮肤炎症反应和光老化以及皮肤各种组织学改变有关。

在诊断效能方面,本研究发现腹壁皮肤弹性值 $E_{\max}$ 、 E_{mean} 及 $E_{\min}$ 诊断高原地区皮肤病的效能最高,AUC 均 > 0.95,其诊断敏感度均达 100%,特异度均 > 85%。可能原因在于腹壁皮下脂肪层较其他部位厚,距离骨骼最远,皮肤弹性值测量所受影响最小,提示应用 SWE 对正常或病

变皮肤进行皮肤硬度评估时,应尽量选择诊断效能较高的部位和参数。SWE 技术较高频超声技术能更加敏感地反映高原日光照射对皮肤的影响,且腹壁弹性值的敏感度最高。

综上所述,高原日光照射可致皮肤厚度改变和皮肤硬度增加;腹壁皮肤弹性值 $E_{\max}$ 、 E_{mean} 及 $E_{\min}$ 的诊断效能最高。

[参考文献]

- [1] Rittié L, Fisher GJ. Natural and sun-induced aging of human

- skin. Cold Spring Harb Perspect Med, 2015, 5(1):a015370.
- [2] 孙偲, 杨裕佳, 王丽芸, 等. 高频超声对系统性硬皮病皮肤厚度定量评估的初步研究. 四川大学学报(医学版), 2018, 49(3): 453-458.
- [3] Yegin EG, Yegin K, Karatay E, et al. Quantitative assessment of liver fibrosis by digital image analysis: Relationship to Ishak staging and elasticity by shear-wave elastography. J Dig Dis, 2015, 16(4):217-227.
- [4] Bota S, Bob F, Sporea I, et al. Factors that influence kidney shear wave speed assessed by acoustic radiation force impulse elastography in patients without kidney pathology. Ultrasound Med Biol, 2015, 41(1):1-6.
- [5] Shi XQ, Li JL, Wan WB, et al. A set of shear wave elastography quantitative parameters combined with ultrasound BI-RADS to assess benign and malignant breast lesions. Ultrasound Med Biol, 2015, 41(4):960-966.
- [6] Tang YJ, Yan F, Yang YJ, et al. Value of shear wave elastography in the diagnosis of gouty and non-gouty arthritis. Ultrasound Med Biol, 2017, 43(5):884-892.
- [7] Moore TL, Lunt M, Mcmanus B, et al. Seventeen-point dermal ultrasound scoring system—a reliable measure of skin thickness in patients with systemic sclerosis. Rheumatology, 2003, 42(12): 1559-1563.
- [8] Barcaui Ede O, Carvalho AC, Lopes FP, et al. High frequency ultrasound with color Doppler in dermatology. An Bras Dermatol, 2016, 91(3):262-273.
- [9] Kleinerman R, Whang TB, Bard RL, et al. Ultrasound in dermatology: Principles and applications. J Am Acad Dermatol, 2012, 67(3):478-487.
- [10] 汉瑞娟, 李娟, 朱鑫华, 等. 高原日光性皮炎防护研究进展. 解放军护理杂志, 2016, 33(17):45-46.
- [11] 姜义华, 白嫻, 陆婕, 等. 日光照射对皮肤的影响和防护技术介绍. 日用化学品科学, 2017, 8(8):38-40, 42.
- [12] 戴茹, 李利, 陈伟. 可见光的皮肤损伤及防护. 实用皮肤病学杂志, 2018, 11(2):90-93.
- [13] Schroeder P, Lademann J, Darvin ME, et al. Infrared radiation-induced matrix metalloproteinase in human skin: Implications for protection. J Invest Dermatol, 2008, 128(10):2491-2497.
- [14] Pain S, Berthélémy N, Naudin C, et al. Understanding solar skinelastosis-cause and treatment. J Cosmet Sci, 2018, 69(3): 175-185.
- [15] 甘立强, 王华, 倪思利, 等. 高频皮肤超声测量中国儿童皮肤厚度和密度的临床研究. 激光杂志, 2017, 12(12):159-161.
- [16] Jasaitiene D, Valiukeviciene S, Linkeviciute G, et al. Principles of high-frequency ultrasonography for investigation of skin pathology. J Eur Acad Dermatol Venereol, 2011, 25(4): 375-382.
- [17] 倪思利, 谭春花, 廖兰, 等. 鲜红斑痣患儿正常皮肤和皮损皮肤厚度高频超声测量及其差异比较. 第三军医大学学报, 2016, 38(19):2182-2185.
- [18] 刘赫, 朱庆莉, 侯勇, 等. 高频超声测量皮肤厚度在弥漫性系统性硬化症中的应用价值. 中华临床免疫和变态反应杂志, 2015, 2(2):91-95, 160.
- [19] 何广霖, 李闯. 邵氏硬度计使用及检定中的问题. 中国计量, 2016, 5(9):106-108.
- [20] Osanai O, Ohtsuka M, Hotta M, et al. A new method for the visualization and quantification of internal skin elasticity by ultrasound imaging. Skin Res Technol, 2011, 17(3):270-277.
- [21] Dasgeb B, Morris MA, Mehregan D, et al. Quantified ultrasound elastography in the assessment of cutaneous carcinoma. Br J Radiol, 2015, 88(154):20150344.

《中国医学影像技术》投稿须知(一)

1 投稿方式 本刊已启用编辑系统, 投稿请登陆本刊主页, 点击左上角“作者登录”进入, 首次投稿需要注册, 登录编辑系统投稿, 本刊不接受电子邮件投稿, 软盘或信件投稿。内容包括: ①作者单位推荐信和医学伦理知情同意书, 推荐信中注明无一稿多投、不涉及保密、署名无争议三项, 扫描上传; ②正文内容, 一律用宋体 5 号字, 不分栏, 页边距上下左右统一为 1.5 cm, 以 Word 格式存储; ③图片插入正文相应位置, 图号不要标在图片上, 标在图片下面, 图片下面需要注明图号、图题、图片说明, 格式为“图号 图题 图片说明”。本部通过 E-mail 告知您稿号, 请谨记稿号, 以便查询稿件情况。

2 审稿及录用 所有来稿均需经本刊编辑部初审、同行专家评议、作者修改, 审稿人姓名对作者保密, 投稿时作者可以提出要求回避的评审专家的姓名。本刊已启用学术不端检索系统, 凡复制比达到或者超过 15% 的文章直接退稿, 其余稿件根据本刊编委会评审意见、作者的修改情况以及论文质量等级, 在刊出前决定稿件取舍。